

1. А.с. 494571 (СССР). Вихревая труба /В.А.Высочин.- Спубл. в Б.И., 1975. № 5.

2. Высочин В.А. Вихревая труба с рециркуляцией горячего потока: Межотрасл.реферат.сборник. Сер. ТЧ. М., 1983. № 2.

УДК 621.565.3

С.В.Приходько, Т.А.Крымова

### АДИАБАТНЫЕ И НЕАДИАБАТНЫЕ ВИХРЕВЫЕ ТРУБЫ В РЕГЕНЕРАТИВНЫХ СХЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ

Холодильная техника в последнее время находит все более широкое применение в обеспечении технологических операций в различных отраслях машиностроения. В судостроительной, судоремонтной промышленности для фиксации гребного вала используют подшипник скольжения. Перспективными для изготовления втулок таких подшипников являются полимерные материалы. Разработана технология сборки подшипника с применением искусственного охлаждения для уменьшения посадочного диаметра втулки перед запрессовкой на штатное место.

Для охлаждения капролоновых втулок с целью создания требуемой величины монтажного натяга в промышленности до настоящего времени применялись следующие методы: охлаждение в холодильных камерах с использованием установки АК-УДС-1,2-70; охлаждение в парах кипящего азота. Эти методам присущи следующие недостатки:

эксплуатация парокompрессионной холодильной установки при эпизодическом включении является экономически неоправданной;

удаленность камеры от места монтажа подшипника требует дополнительного переохлаждения втулки, так как транспортировка, особенно в летнее время, приводит к ее нагреву;

применение жидкого азота связано с трудностями его доставки, хранения, использования, а также соблюдения правил техники безопасности;

возможность возникновения необратимой деформации и частичного разрушения втулок в результате неравномерного охлаждения их поверхности парами кипящего азота.

Величина монтажного натяга  $H_T$  в соединении определяется по формуле

$$H_T = \frac{\Delta T \alpha_K D}{K}, \quad (1)$$

где  $\Delta T$  - величина охлаждения втулки, К;

$D$  - наружный диаметр втулки, м;

$\alpha_K = 8,4 \cdot 10^{-5}$  - коэффициент линейного теплового расширения капролона, м/К;

$K = 1,5$  - коэффициент запаса.

Как видно из формулы (1), величина монтажного натяга определяется только величинами  $D$  и  $\Delta T$ :

$$H_T = \beta \cdot D \cdot \Delta T, \quad (2)$$

где  $\beta = \alpha_K / K$  - постоянная величина для каждого типа материала, в частности, для капролона в интервале температур  $0 \dots 40^\circ\text{C}$

$$\beta = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ м/К}.$$

Расчеты показывают, что при  $D \leq 0,9$  м и температуре окружающей среды  $0 \dots 40^\circ\text{C}$  требуемый перепад температур для достижения натяга не превышает  $45^\circ$ .

Одним из решений такой задачи может явиться передвижная холодильная камера, обладающая следующими свойствами:

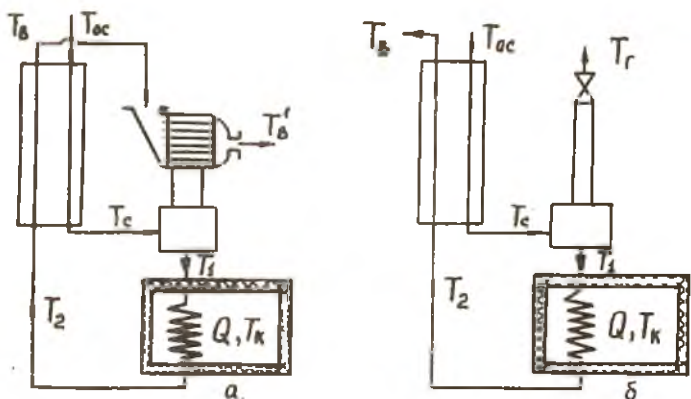
легкость, компактность, невосприимчивость к механическим воздействиям, что позволяет расположить ее в непосредственной близости от места сборки подшипника;

простота в обслуживании, что позволит обслуживать камеру без привлечения специально обученного персонала;

высокая надежность, безопасность.

Технико-экономический анализ показал, что такими качествами может обладать холодильная камера с вихревым генератором холода [1, 2].

На первом этапе были исследованы возможности регенеративных схем с неадиабатной и адиабатной вихревыми трубами (рис.1). Анализ результатов показал, что использование схемы с неадиабатной вихревой трубой не позволяет достичь необходимого эффекта охла-

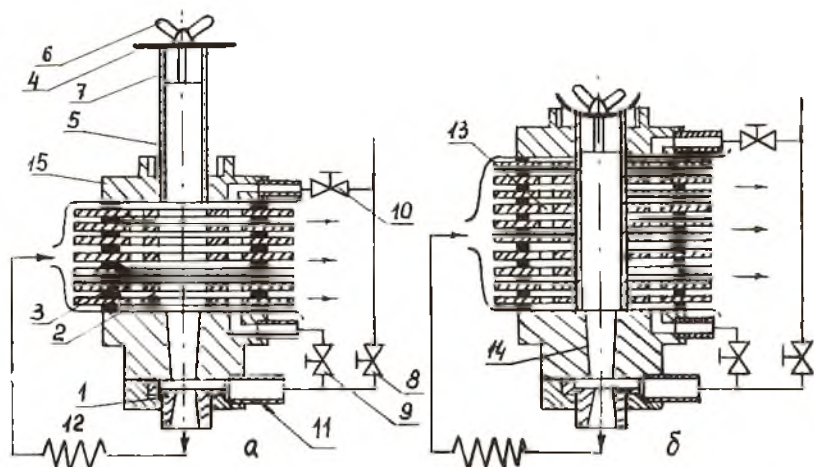


Р и с. 1. Регенеративные схемы включения вихревых труб в систему термостатирования: а - с неадиабатной вихревой трубой; б - с адиабатной вихревой трубой

дения из-за влажности воздуха и колебаний давления в промышленной пневмосети. При давлении сжатого воздуха 0,55...0,65 МПа перепад температур в неадиабатной трубе составляет 30...40°. Использование схемы с адиабатной вихревой трубой помогло решить поставленную задачу по охлаждению капролоновой втулки. Применение адиабатной вихревой трубы позволило увеличить перепад температур до 60...65°, но это было достигнуто отводом значительной части расширившегося воздуха, что привело к снижению темпа охлаждения.

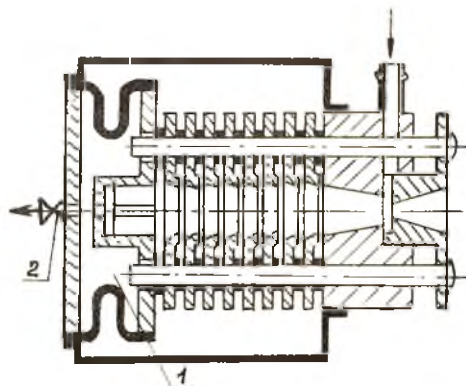
Для охлаждения изделий в камере до - 40...- 45°С с наибольшей эффективностью экономически целесообразно последовательное включение неадиабатной и адиабатной вихревых труб. В начальной стадии охлаждения работает более эффективная неадиабатная вихревая труба, а по мере охлаждения установку переключают на адиабатную ступень, обеспечивающую больший перепад температур. С целью сокращения металлоемкости и габаритов генератора холода предложены две конструкции универсальной вихревой установки. На рис.2 схематически изображен вихревой генератор [3], позволяющий решить поставленную задачу сокращения времени выхода на установившийся режим, а также использования принципа регенерации отработанного воздуха.

В режиме максимальной холодопроизводительности подача воздуха осуществляется через клапан 8 при закрытых клапанах 9 и 10.



Р и с. 2. Вихревая труба: а - режим максимальной холодопроизводительности; б - режим максимальной температурной эффективности

Сжатый воздух по впускному патрубку II подается в сопловой ввод I и, приобретая вихревой характер движения в гладкостенной части камеры 14, попадает в оребренную камеру 2. В результате энергообмена в камере 2 газ охлаждается и выводится из вихревой трубы в теплообменник 12. Воспринимая полезную тепловую нагрузку в теплообменнике 12, холодный поток подается на оребрение вихревой трубы для охлаждения ребер 3. В режиме максимальной температурной эффективности гладкостенная втулка 5 перемещается в камеру 2 при помощи винта 6. Сжатый воздух при открытом клапане 10 поступает через корпус 15 в полость 13, где, охладившись, подается через открытый вентиль 9 к сопловому вводу I, при этом клапан 8 закрыт. Наиболее нагретая часть потока тормозится крестовиной 7 и отводится через щель под пластиной 4 в окружающую среду. Холодный поток подается в теплообменник 12, воспринимает полезную нагрузку и отводится для охлаждения подаваемого в вихревую трубу сжатого газа. В конструкции на рис.3 [4] регулирование режима работы осуществляется за счет пневматической камеры I и вентиля 2.



Р и с. 3. Конструкция вихревой трубы

#### Библиографический список

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. М.: Машиностроение, 1969.- 182 с.
2. Морской транспорт (Судоремонт). 1986, № 14. Вихревая камера для охлаждения капролоновых втулок дейдвудных подшипников /В.С.Белогуб, В.И.Бондус, П.Е.Кротов, С.В.Приходько, Ю.М.Симоненко.
3. А.с. 1219881 (СССР). Вихревой холодильник. /С.О.Муратов, Е.Н.Панибратец, С.В.Приходько.-Опубл. в Б.И., 1986. № 11.
4. А.с. 1255825 (СССР). Вихревая труба/А.И.Азаров, С.О.Муратов, С.В.Приходько, Ю.М.Симоненко.-Опубл. в Б.И., 1986. № 33.

УДК 621.694

Н.Д.Кольшев, В.Е.Вилиякин

АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВТ

С увеличением скорости самолета все более важными становятся вопросы охлаждения радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) летательного аппарата, поэтому проблема создания охлаждающих устройств для ответственных блоков электронной аппаратуры становится все более